

Las anomalías magnéticas como instrumento didáctico para aprender geología regional (y magnetismo): ejemplos de la Península Ibérica y las islas Canarias

Magnetic anomalies as a tool for learning Geology (and magnetism): examples from the Iberian Peninsula and the Canary Islands

ANTONIO CASAS

Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. C/Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza

Resumen Al contrario que en los fondos oceánicos, las anomalías magnéticas en los continentes no presentan el típico bandeo paralelo a las dorsales y son, a priori, difíciles de interpretar sin un conocimiento de la geología regional. En el presente artículo se analizan las posibilidades de los mapas aeromagnéticos de la Península Ibérica y Canarias como elemento didáctico transversal que muestra la estructura general de la misma, así como los elementos geológicos responsables de las anomalías principales y secundarias que aparecen. A partir del mapa de anomalías, se realiza una exposición para entender el porqué y la geometría de las anomalías magnéticas. Se presentan también de forma general la geometría y significado de las anomalías magnéticas en relación con las propiedades magnéticas de rocas y minerales (susceptibilidad y remanencia magnéticas).

Palabras clave: Anomalía magnética, campo magnético terrestre, Islas Canarias, Península Ibérica, susceptibilidad magnética, remanencia magnética.

Abstract *In continental areas, magnetic anomalies do not reveal clear patterns and are a priori difficult to interpret without a knowledge of the regional geology, in contrast to the classical striped pattern consistent with the conveyor belt model found in ocean floors. This paper shows the possibilities of the magnetic anomaly maps of the Iberian Peninsula and the Canary Islands as an approach to learning about the sources of the major and secondary anomalies that can be observed in. Starting from the magnetic anomaly map, we can explore the meaning of magnetic anomalies in terms of geological structures and units. The geometry of magnetic anomalies is also related to the magnetic properties of rocks and minerals (magnetic susceptibility and remanence) and the overall geometry of the Earth's magnetic field.*

Keywords: *Anomaly, Earth's magnetic field, Canary Islands, Iberian Peninsula, magnetic susceptibility, magnetic remanence.*

INTRODUCCIÓN

La prospección magnética es una herramienta ampliamente utilizada en distintos campos de las ciencias de la Tierra y ha demostrado su utilidad en la cartografía geológica de grandes zonas cubiertas o inaccesibles, la prospección de recursos minerales, la detección de elementos relacionados con riesgos geológicos (por ejemplo, dolinas u otro tipo de cavidades), elementos antrópicos (tuberías, cables, ...), yacimientos arqueológicos o investigaciones forenses (ver, por ejemplo, Milsom y Eriksen, 2011). La prospección magnética, al igual que la gravimétrica, basadas ambas en campos potenciales existentes en el planeta, se fundamenta en la

detección de valores anómalos del campo (en este caso magnético) relacionados con la presencia en el subsuelo de estructuras u objetos con propiedades particulares diferentes de las de su entorno. En el caso de la gravimetría, la propiedad involucrada es la densidad de los materiales. En el caso de la magnetometría estas propiedades son la susceptibilidad y la remanencia magnéticas (ver otros artículos del presente volumen).

Cuando se trata de encontrar objetos de tamaño pequeño relacionadas con yacimientos arqueológicos (hornos, piezas de cerámica, elementos metálicos, etc.) se necesita realizar prospecciones de mucho detalle y a ras de suelo. En este caso se realizan perfiles con espaciado de 0,5 a 1 m, con toma de

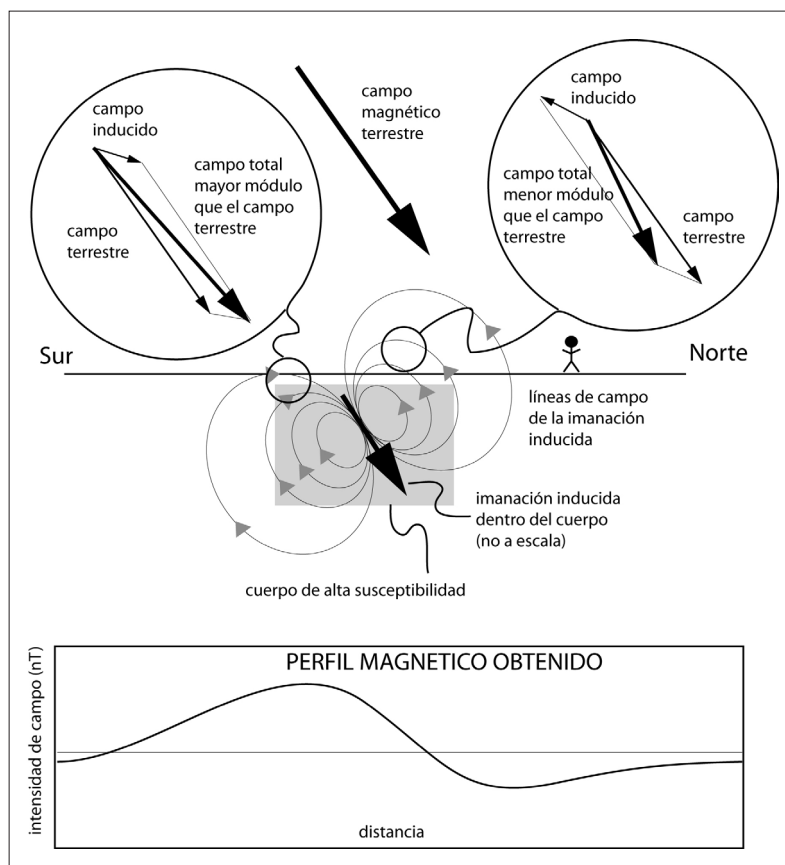
datos cada pocos centímetros. Cuando el objetivo de la búsqueda es algo mayor (por ejemplo, las anomalías relacionadas con dolinas, que habitualmente contienen escombros, lavadoras, frigoríficos, etc., ver Mochales *et al.*, 2007) la prospección también se realiza por tierra pero no es necesario que la cobertura sea tan densa. Lo mismo ocurre en el caso de búsqueda de yacimientos minerales de tipo metálico o de rocas básicas, ambos con susceptibilidad magnética alta, en cuyo caso la densidad de la prospección se define en función de las dimensiones del objeto buscado, que suele estar en relación con el tamaño (longitud de onda) de la anomalía magnética producida.

Las anomalías magnéticas de escala cartográfica ofrecen una posibilidad interesante de relacionar datos geofísicos (en este caso referidos al campo magnético terrestre y sus anomalías) con la geología de base. En este artículo se presentan algunas posibilidades de trabajo con anomalías magnéticas que pueden obtenerse del Mapa Aeromagnético de la Península Ibérica, de forma transversal, para afianzar algunos conocimientos de geología regional. Los ejemplos propuestos no son necesariamente los únicos posibles, ya que en función de la localización geográfica del centro de enseñanza pueden estudiarse ejemplos más ligados a la vida del centro, solicitando incluso los datos correspondientes al Instituto Geográfico Nacional.

A continuación, repasamos algunos conceptos sobre el origen y geometría de las anomalías magnéticas para después concretar sobre los ejemplos peninsulares propuestos.

La anomalía en el campo magnético total causada por un dipolo varía según la latitud a la que nos encontramos, porque la dirección y el sentido del vector que representa el campo magnético terrestre en cada punto del planeta depende precisamente de la latitud (ver otros artículos del presente volumen). En latitudes medias del hemisferio norte, un cuerpo que se magnetiza según el campo actual generará un dipolo (en principio paralelo al campo reinante, si el material es para- o ferromagnético) apuntando hacia el interior de la Tierra, con cierta inclinación y con sus líneas de campo características (Fig. 1). Debido a la geometría de las líneas de campo, los vectores resultantes de la magnetización inducida por el cuerpo tienen el mismo sentido que el campo magnético terrestre al sur del cuerpo causante y sentido contrario al norte del cuerpo causante de la misma. En situaciones intermedias dentro del dipolo se puede calcular la intensidad del campo total mediante suma de vectores (ver Fig. 1). Es decir, las anomalías producidas por cuerpos de alta susceptibilidad refuerzan y disminuyen el campo total al sur y al norte del cuerpo causante, respectivamente. Esto es lo que se conoce como anomalías dipolares. En los polos magnéticos, en cambio, el campo magnético es vertical y las anomalías producidas por cuerpos de alta susceptibilidad son monopolares.

Cuando la anomalía es debida a un cambio de la remanencia magnética del material (ver otros artículos de este volumen) la situación es distinta, ya que el vector de campo grabado en la roca puede tener cualquier orientación. Lo más habitual



es que distingamos solamente la componente N-S, sea porque el cuerpo no ha rotado de forma significativa, o porque la componente en esa dirección es mayor que en las otras dos. Si la magnetización se produjo durante un período de polaridad inversa del campo magnético, las líneas de fuerza del dipolo mostrarán vectores con sentido contrario al caso de polaridad normal. Por ello, y dependiendo de las relaciones entre magnetización remanente e inducida, para el cuerpo en cuestión, el esquema de anomalía dipolar puede ser el contrario al caso de la magnetización inducida bajo el campo actual: la parte negativa de la anomalía se situará en la parte sur del cuerpo generador de la misma, y la parte positiva se situará al norte. Conviene recordar aquí que aparte de períodos relativamente largos de polaridad inversa a lo largo del Cenozoico, el intervalo más largo con este tipo de polaridad es el denominado supercrón Kiaman, que abarca gran parte del Pérmico. También es interesante considerar que en esa etapa se produjo uno de los mayores episodios de vulcanismo continental de toda la historia de la Tierra, distribuido en gran parte de Pangea y que, por lo tanto, es bastante probable que encontremos anomalías inversas relacionadas con este supercrón. El que una fuente produzca anomalías debidas a su remanencia o a su susceptibilidad magnéticas depende de la historia de la roca y del denominado coeficiente de Koenigsberger (ver otros artículos de este volumen), que representa la relación entre ambas. Las anomalías del fondo oceánico, por ejemplo, se deben a la excepcional remanencia que presentan las rocas de los fondos oceánicos, muy ricas en magnetita y con un coeficiente de Koenigsberger alto.

Fig. 1. Esquema en perfil y planta de una anomalía magnética en el hemisferio norte creada por un cuerpo de mayor susceptibilidad magnética que las rocas de su entorno. Se indican las sumas de vectores al sur y norte de la anomalía que explican el porqué de su geometría dipolar.

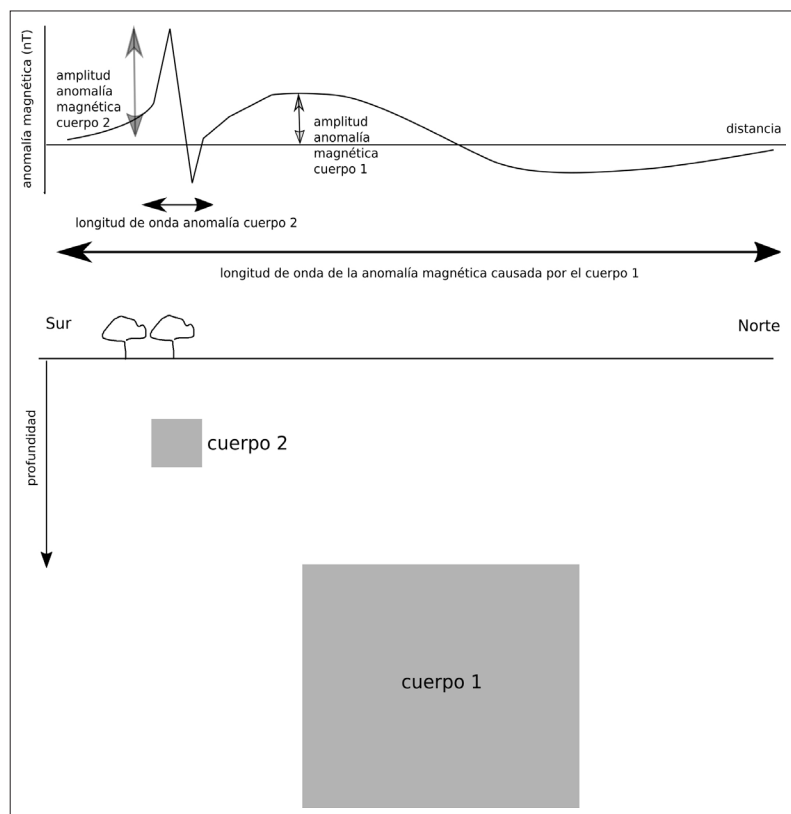
FUENTES DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS

El patrón de las anomalías magnéticas depende de la geometría de los cuerpos que las generan y de su magnetización (ya sea inducida o remanente). Cuerpos pequeños con alta susceptibilidad pueden dar anomalías de mucha amplitud, pero su longitud de onda será pequeña. La amplitud de dicha anomalía también depende de la profundidad a la que se sitúa el cuerpo, o, dicho de otra manera, de la distancia entre el aparato de medida (magnetómetro) y la fuente de la anomalía (Fig. 2). Es interesante recordar aquí que, frente a la densidad en el caso de la gravimetría, que es una propiedad intrínseca de cada cuerpo geológico debido a su composición global, la susceptibilidad y la remanencia de los cuerpos geológicos dependen de unos pocos minerales contenidos en ellos, normalmente los minerales ferromagnéticos (magnetita, ilmenita, franklita, titanomagnetita, pirrotina, maghemita...). De modo que un cuerpo de gabro pequeño que contenga mucha magnetita puede dar una anomalía magnética mucho mayor que un granito que contenga poca proporción de este mineral.

La relación entre profundidad, amplitud y longitud de onda (Fig. 2) permite la modelización de la profundidad a la que se sitúan los cuerpos generadores de anomalías y, en nuestro caso, la interpretación de las mismas de forma cualitativa, como veremos en el ejemplo del mapa de anomalías de la Península Ibérica.

La temperatura es también un factor determinante en la magnetización, ya que los minerales no pueden estar magnetizados cuando se supera su temperatura de Curie (diferente para cada mineral, ver otros artículos de este volumen). Esto supo-

Fig. 2. Amplitud y longitud de onda de las anomalías magnéticas dipolares (hemisferio norte, latitudes medias) causadas por cuerpos con mayor susceptibilidad magnética que su encajante, situados a diferente profundidad y con diferente volumen.



ne unas limitaciones para la profundidad a la cual pueden interpretarse las anomalías. Por ejemplo, en condiciones de gradiente geotérmico normal la temperatura de Curie para la magnetita se alcanza entre los 25 y 40 km de profundidad, salvo condiciones particulares en algunos contextos tectónicos (que pueden dar lugar a cámaras magmáticas, fusión parcial, etc.). Por lo tanto, sólo los cuerpos que se encuentran a menor profundidad que esos límites son capaces de producir anomalías magnéticas. En cualquier caso, la disminución de la amplitud conforme aumenta la profundidad hace ya difícil definir la geometría de cuerpos causantes de anomalías a dichas profundidades.

LOS MAPAS DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y CANARIAS: INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA

La Península Ibérica se encuentra flanqueada en su margen oeste por la corteza oceánica de la propia placa Ibérica, formada durante el Mesozoico y el Cenozoico. El patrón de anomalías magnéticas en la zona oceánica es coherente con el modelo de expansión oceánica y muestra bandas con una dirección aproximada N-S, paralelas al eje de la dorsal, muy claras a partir de la denominada anomalía 33 (formada durante el Cretácico superior, la numeración empieza en el eje de la dorsal), que se introduce en el Golfo de Vizcaya (Fig. 3).

El mapa de anomalías magnéticas de la Península Ibérica fue realizado por el Instituto Geográfico Nacional en 2001 a partir de la unión de distintos vuelos aeromagnéticos y puede descargarse con buena resolución de la página: <https://www.ign.es/ign/layoutIn/cartografiaMagnetica.do>. Además, en este enlace se encuentran mapas más antiguos y con menos resolución pero donde aparecen los archipiélagos Balear y Canario. Este último de 1993 es muy interesante por el patrón de anomalías magnéticas que presenta, todas ellas dipolares. A continuación daremos una visión de la interpretación geológica que puede realizarse del mapa de anomalías magnéticas a partir de algunas anomalías seleccionadas, a modo de ejemplo, algunas de las cuales han sido estudiadas en profundidad. No obstante, es interesante, de cara a su utilización en el aula, superponer el mapa de anomalías magnéticas sobre el mapa geológico de zonas geográficamente cercanas conocidas por los alumnos de modo que puedan estudiar y discutir los orígenes de dichas anomalías, algunas de ellas muy poco estudiadas.

Las tres grandes unidades de la Península: Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico

¿Es posible conocer la posición estratigráfica de los materiales a partir del mapa de anomalías magnéticas? La respuesta es sí y no. En general, las unidades de basamento (Paleozoico y Precámbrico) proporcionan anomalías más nítidas que los materiales de cobertura (Mesozoico y Cenozoico), y cuando se observa el mapa de la Península las tendencias generales marcan la estructura varisca, de dirección ONO-ESE en el sur y centro peninsular, con tendencias similares en el Norte, y variando hasta direcciones N-S

en la zona NO. No obstante, si nos movemos desde el oeste hasta el este peninsular vamos viendo que las anomalías quedan peor definidas y que en general en la Cordillera Ibérica y las Catalánides (donde afloran en abundancia los materiales Mesozoicos) y en las grandes cuencas Cenozoicas del Ebro y del Duero, no existen grandes anomalías salvo por algunas zonas localizadas pero que no marcan una tendencia general. Un caso especial, al que nos referiremos también en el siguiente subapartado, es el del Pirineo, ya que debido a las características del mapa que termina en la frontera con Francia, únicamente aparecen reflejadas las anomalías al sur de la frontera y por tanto no quedan definidas de forma tan clara como podría esperarse por su geología.

Las grandes anomalías del norte peninsular: EGMA (1) y País Vasco (2)

En el norte de la Península Ibérica aparecen dos grandes anomalías de diferente naturaleza y gran importancia, visibles incluso en el mapa de anomalías magnéticas del mundo (Fig. 3). La situada al este de Galicia es la denominada Eastern Galicia Magnetic Anomaly (EGMA, Aller *et al.*, 1998) y constituye una anomalía positiva alargada en dirección N-S (Fig. 4), debido a lo cual no aparece su contraparte negativa hacia el norte (se situaría dentro del mar Cantábrico). Su origen estaría relacionado con cuerpos ultrabásicos situados en la corteza media y relacionados con los grandes cabalgamientos de vergencia E que estructuraron la Península Ibérica durante la Orogenia Varisca o Hercínica (Fig. 5). Por este motivo describe parcialmente la estructura en arco cóncavo hacia el Este característica de esta etapa, y cuyo ejemplo más prominente es la denominada “rodilla astúrica”, situada en posición más oriental.

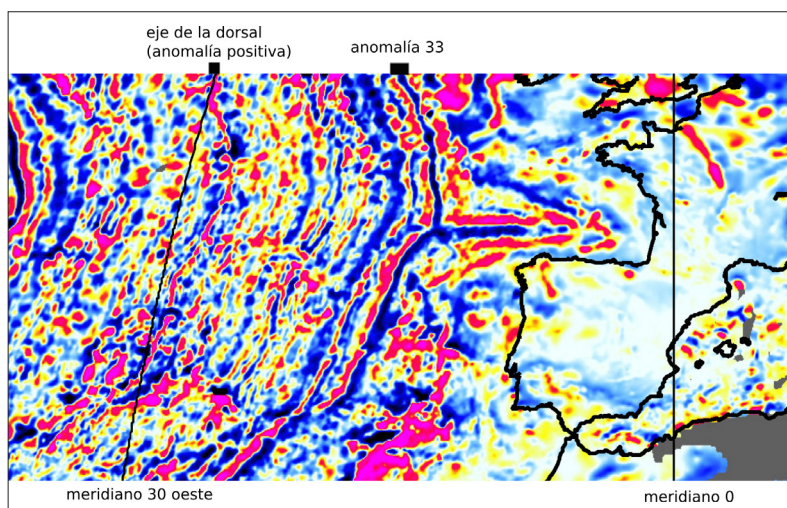


Fig. 3. Extracto del "World Digital Magnetic Anomaly Map (NOAA candidate)" mostrando las anomalías magnéticas positivas (en rojo o rosado) y negativas (en azul) de la parte oceánica y continental de la placa Ibérica. Se recomienda consultar la versión digital. Se ha resaltado la localización del eje de la dorsal (anomalía positiva relacionada con el campo actual) y la anomalía 33, de edad Cretácico Superior (ver otros artículos de este volumen). Seleccionado a partir de <http://geomag.org/models/wdmam.html>

La anomalía dipolar centrada en Vizcaya o anomalía del País Vasco (Aller y Zeyen, 1996) es probablemente la más espectacular de toda la Península por su intensidad y longitud de onda, y por encontrarse aislada en una zona en la que, al contrario de lo que ocurre en los afloramientos de rocas paleozoicas, no aparecen anomalías marcadas. Su origen parece estar relacionado con los cuerpos de peridotitas emplazados a lo largo de la falla Nor-Pirenaica, es decir, el antiguo límite de placas entre Iberia y Europa durante el Mesozoico y parte del Cenozoico,

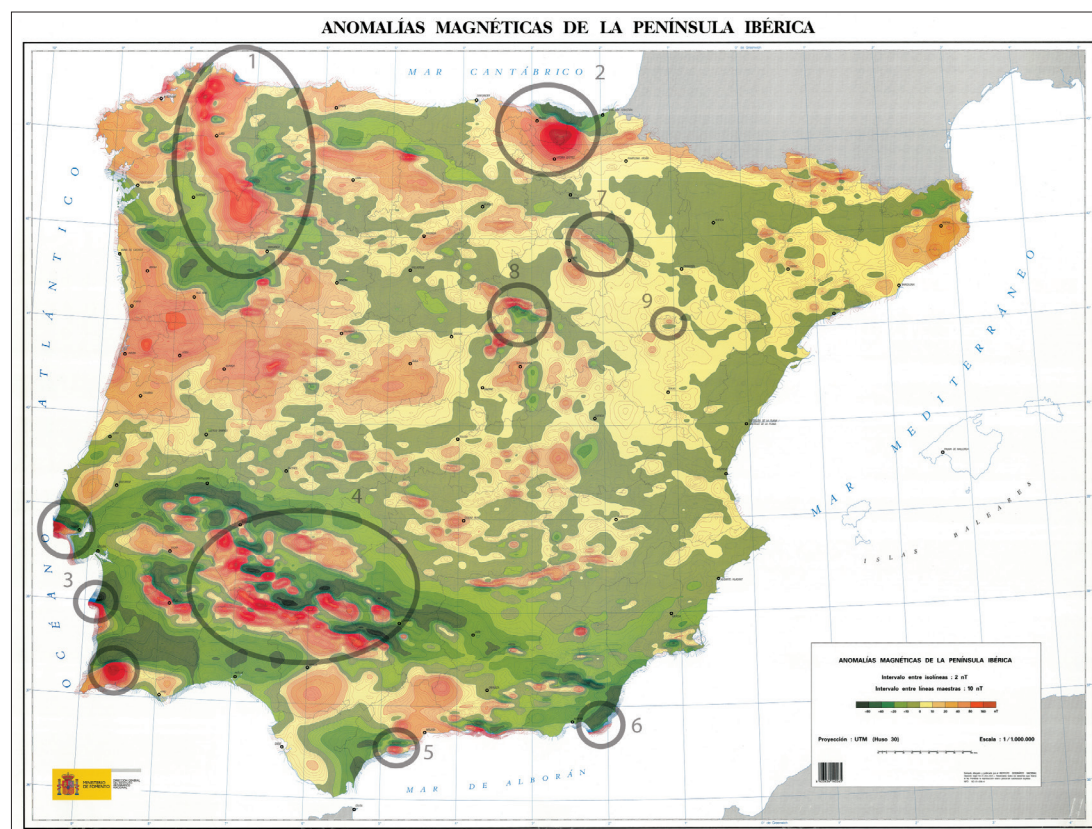
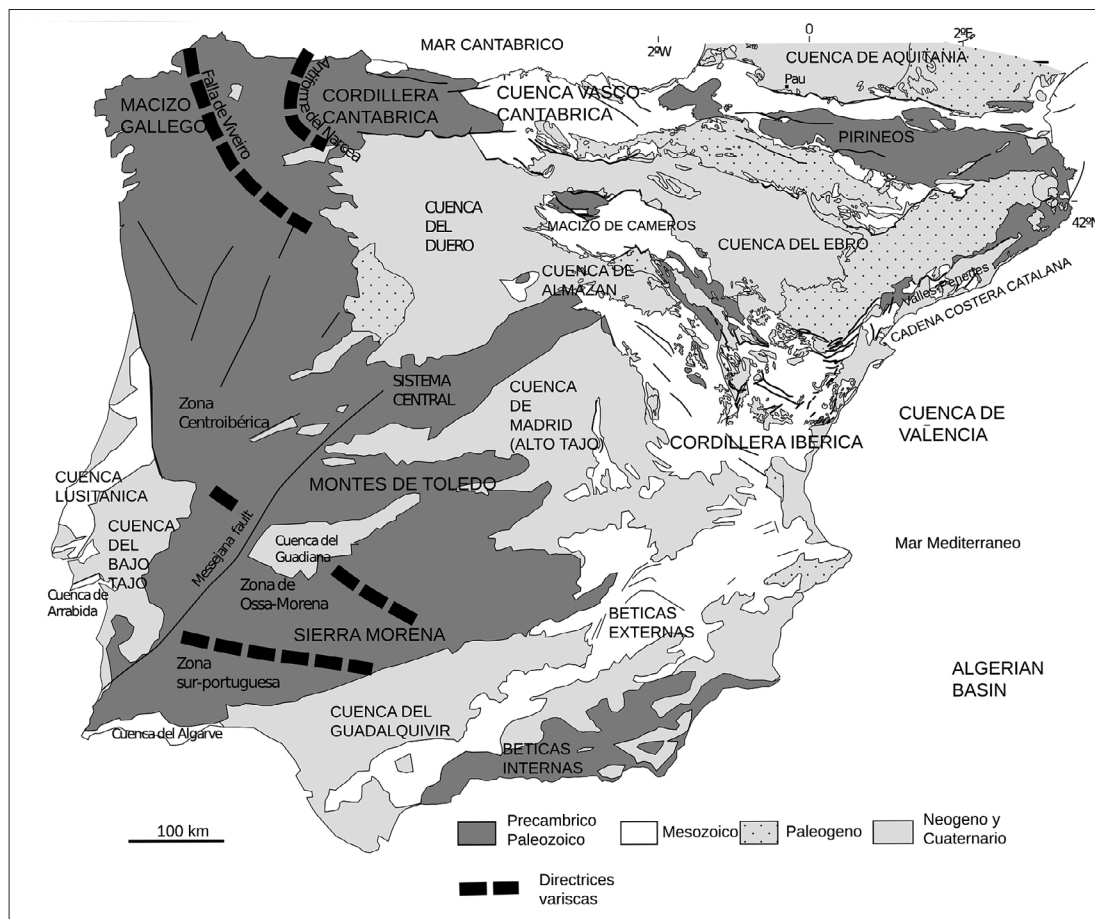


Fig. 4. Mapa aeromagnético de la Península Ibérica (altura del vuelo 3000 m). Descargado del IGN, escala original 1:100000000. 1: Anomalía magnética de Galicia oriental (EGMA), 2: Anomalía del País Vasco, 3: Anomalías del litoral atlántico, 4: Anomalías de Ossa-Morena, 5: Anomalía de las peridotitas de Ronda, 6: Anomalía del cabo de Gata, 7: Anomalía de Cameros, 8: Anomalía de Atienza, 9: Anomalía de Loscos. Se recomienda consultar la versión digital.

Fig. 5. Las grandes directrices estructurales de la Península Ibérica como guía para explicar las anomalías magnéticas.



ya que anomalías similares aparecen a lo largo de dicha falla, pero no de forma continua, al igual que ocurre con las anomalías gravimétricas (Casas *et al.*, 1997). Estas anomalías no pueden verse en el mapa mostrado en la figura 4 ya que se sitúan al otro lado de la frontera (BRGM, 2016), de la que este mapa aeromagnético es limítrofe.

Los granitoides jurásicos del margen Atlántico (3)

En el margen occidental peninsular aparecen tres anomalías muy características que coinciden con los cuerpos sieníticos (de norte a sur) de Sintra (próximo a Lisboa), Sines (localizado en su mayor parte en el mar, en el litoral de la mitad sur de Portugal) y Monchique (a algunos km de la costa del Algarve). Las tres son anomalías dipolares, aunque solamente la de Monchique puede observarse de forma completa, puesto que las otras dos se sitúan parcialmente más allá de la línea de costa. No obstante, en los mapas de anomalías del margen atlántico puede verse su forma real (Silva *et al.*, 2000, ver figura 3). Un aspecto interesante de estas tres anomalías es que los cuerpos que aparecen en superficie (fundamentalmente sienitas) presentan una susceptibilidad magnética insuficiente para explicar el tamaño de las anomalías, de modo que la interpretación de las mismas sugiere la existencia de rocas más básicas en profundidad (probablemente *plugs* o cuerpos cilíndricos verticales de rocas gabroicas o ultrabásicas). Los tres cuerpos ígneos citados se habrían emplazado durante el Cretácico en el margen pasivo continental ibérico, en un contexto anorogénico, por lo que existen diversas interpretaciones sobre su origen.

El conjunto de anomalías de Ossa Morena (4)

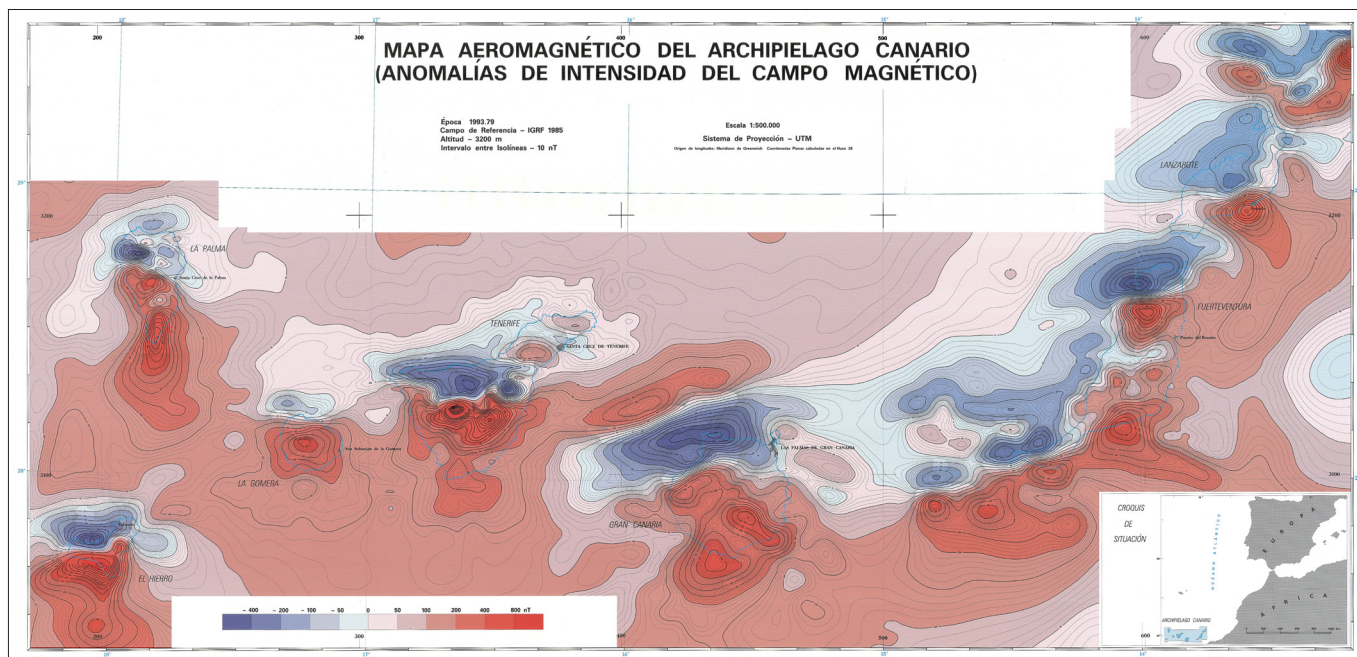
El suroeste de la Península está caracterizado por un espectacular patrón de anomalías magnéticas dipolares (Fig. 4), situadas sobre afloramientos de rocas del basamento (zona de Ossa-Morena), y cuya orientación sigue las directrices de la orogenia varisca en este sector. Desde el punto de vista tectónico, en esta zona se sitúa la zona de subducción, colisión y sutura entre dos megacontinentes durante la orogenia varisca, en el Carbonífero (Simancas *et al.*, 2001). Por tanto, asociados a la misma aparecen numerosas rocas ígneas, incluyendo rocas básicas y ultrabásicas, y granitoides de sin. a post-orogénicos. Su distribución sigue el patrón de pliegues y cabalgamientos del sector y la superposición con el mapa geológico muestra una clara relación entre anomalías magnéticas y rocas ígneas y metamórficas.

Anomalías de Ronda y el cabo de Gata (5 y 6)

También el sur peninsular, pero con origen completamente distinto y ya en el sector de las Cordilleras Béticas, hay otras anomalías interesantes asociadas a rocas básicas y ultrabásicas, como por ejemplo las peridotitas de Ronda, en la costa de Málaga, y a las rocas volcánicas del cabo de Gata, ambas muy próximas a la línea de costa.

Pequeñas anomalías del interior peninsular. Anomalías inversas (7, 8 y 9)

Aunque la Cordillera Ibérica y las cuencas Cenozoicas adyacentes no destacan especialmente por las anomalías magnéticas que se encuentran sobre ellas, algunos casos particulares merecen atención



puesto que han servido para descifrar la estructura geológica hasta varios kilómetros de profundidad (Del Río *et al.*, 2013; Calvín *et al.*, 2014). Este es el caso de la anomalía magnética dipolar alargada en dirección ONO-ESE por debajo del sector central de la cuenca de Cameros, que se relaciona con un dique básico no aflorante de probable edad Triásica. Otros dos casos interesantes son las anomalías inversas (es decir, que en contra lo que ocurre normalmente en estas latitudes del hemisferio norte en el que la parte positiva de la anomalía está al sur del objeto y la negativa al norte, la parte negativa se situaría al sur y la positiva en el norte) que aparecen en distintos puntos de la cadena, normalmente asociados a rocas volcánicas de edad Pérmica. Las dos más espectaculares de este tipo son la anomalía inversa de la zona de Atienza (Guadalajara) y a menor escala la anomalía de Loscos (sur de la provincia de Zaragoza). En este último caso, al igual que ocurre con los granitoides de la costa Atlántica, el cuerpo causante de la anomalía no aflora y puede interpretarse como un elemento de mayor extensión que los que aparecen en superficie. En ambos casos se ha asumido que las anomalías tienen su origen en cuerpos subvolcánicos y que la remanencia magnética es mayor que la susceptibilidad del cuerpo, de modo que la anomalía está controlada por un vector de campo magnético fósil (que se suma al campo magnético terrestre actual) en posición prácticamente horizontal o ligeramente y apuntando hacia el sur, lo cual significa que no ha habido grandes cambios en la posición de los cuerpos subvolcánicos desde su emplazamiento.

Las islas Canarias

Las islas Canarias ofrecen un campo de trabajo excepcional para determinar la geometría de cuerpos rocosos a partir de anomalías magnéticas. Cada isla genera una anomalía dipolar (Fig. 6) de gran amplitud que responde al vulcanismo básico que formó los edificios que componen las islas. La modelización de estas anomalías (García *et al.*, 2007) ha

permitido extraer conclusiones sobre la geometría y composición de los edificios volcánicos. Especial relevancia revisten las modelizaciones magnéticas en la isla del Hierro (Blanco-Montenegro *et al.*, 2008) que ofrecen una imagen en profundidad de los conductos de ascenso del magma y permite por tanto obtener información sobre la futura evolución de las erupciones en la isla.

CONCLUSIONES

Los ejemplos mostrados indican el valor que presentan las anomalías aeromagnéticas regionales de cara a entender los grandes rasgos geológicos en áreas extensas. En el caso de la Península Ibérica la mayor parte de las anomalías observables en el mapa aeromagnético corresponden a dipolos normales relacionados con grandes estructuras variscas (EGMA, zona de sutura de Ossa-Morena) o acumulaciones de rocas ultrabásicas emplazadas durante el Mesozoico (litoral Atlántico, macizos de Sintra, Sines y Monchique) o del Cenozoico (País Vasco, Ronda) o a procesos volcánicos (Islas Canarias, cabo de Gata). Las anomalías inversas que caracterizan algunas zonas de la Cordillera Ibérica estarían relacionadas con rocas volcánicas o subvolcánicas de edad Pérmica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aller, J., Zeyen, H.J., Pérez-Estaún, A.; Pulgar, J.A. y Parés, J.M. (1994). A 2.5D interpretation of the Eastern Galicia magnetic anomaly (northwestern Spain): Geodynamical implications, *Tectonophysics*, 237, 201-213.
- Aller, J. y Zeyen, H. J. (1996). A 2.5-D interpretation of the Basque country magnetic anomaly (northern Spain): geodynamical implications. *Geologische Rundschau*, 85(2), 303-309.
- Blanco-Montenegro, I., Nicolosi, I., Pignatelli, A. y Chiappini, M. (2008). Magnetic imaging of the feeding sys-

Fig. 6. Mapa de anomalías magnéticas del archipiélago canario (IGN, 1993). La figura original puede descargarse de <https://www.ign.es/ign/layoutln/cartografiaMagnetica.do>

tem of oceanic volcanic islands: El Hierro (Canary Islands). *Geophysical Journal International*, 173(1), 339-350.

BRGM, (2016) http://sigminesfrance.brgm.fr/geophy_mag.asp

Calvín, P., Casas, A. M., Villalaín, J. J., Tierz, P. (2014). Reverse magnetic anomaly controlled by Permian Igneous rocks in the Iberian Chain (N Spain). *Geologica acta*, 12(3), 0193-207.

Casas, A., Kearey, P., Rivero, L. y Adam, C. R. (1997). Gravity anomaly map of the Pyrenean region and a comparison of the deep geological structure of the western and eastern Pyrenees. *Earth and Planetary Science Letters*, 150(1), 65-78.

Del Río, P., Casas, A., Villalaín, J. J., Mochales, T., Soto, R. y Oliva-Urcía, B. (2013). Interpretation of gravimetric and magnetic anomalies in the Cameros Basin (North Spain): combination of deep and shallow sources. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 57(3), 442-459.

García, A., Chiappini, M., Blanco-Montenegro, I., Carluccio, R., D'Ajello Caracciolo, F., De Ritis, R. y Boschi, E. (2007). High resolution magnetic anomaly map of Tenerife, Canary Islands. *Annals of geophysics*.

Instituto Geográfico Nacional (1993). *Mapa aeromagnético del archipiélago canario (anomalías de intensidad del campo magnético)*

Instituto Geográfico Nacional (2003). *Anomalías magnéticas de la Península Ibérica*

Milsom, J., Eriksen, A. (2011). *Field Geophysics*, Wiley, 304 p.

Mochales, T., Pueyo, E. L., Casas, A. M., y Soriano, M. A. (2007). Magnetic prospecting as an efficient tool for do-line detection: a case study in the central Ebro Basin (northern Spain). *Geological Society, London, Special Publications*, 279(1), 73-84.

Silva, E. A., Miranda, J. M., Luis, J. F. y Galdeano, A. (2000). Correlation between the Palaeozoic structures from West Iberian and Grand Banks margins using inversion of magnetic anomalies. *Tectonophysics*, 321(1), 57-71.

Simancas, J. F., Poyatos, D. M., Expósito, I., Azor, A. y Lodeiro, F. G. (2001). The structure of a major suture zone in the SW Iberian Massif: the Ossa-Morena/Central Iberian contact. *Tectonophysics*, 332(1), 295-308. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 3 de mayo y aceptado definitivamente para su publicación el 14 de julio de 2016.